

Electronic supplementary material

Removal of micropollutants, facultative pathogenic and antibiotic resistant bacteria in a full-scale retention soil filter receiving combined sewer overflow

Marco Scheurer^{1*}, Stefanie Heß², Frauke Lüddecke³, Frank Sacher¹, Hans Güde³, Herbert Löffler³, Claudia Gallert⁴

¹ DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Str. 84, 76139 Karlsruhe, Germany

² Institute of Biology for Engineers and Biotechnology of Wastewater Treatment, Karlsruhe Institute of Technology, Am Fasanengarten, 76128 Karlsruhe, Germany

³ Institute for Lake Research, State Institute for the Environment, Measurements and Conservation in Baden Württemberg, Argenweg 50/1, 88085 Langenargen, Germany

⁴ Faculty of Technology, Microbiology – Biotechnology, University of Applied Science Emden/Leer, Constantiaplatz 4, 26723 Emden, Germany

* Corresponding author phone: 0049 721 9678255; fax: 0049 721 9678104; e-mail:

marco.scheurer@tzw.de

Table S1 Limits of quantification (LOQ) for micropollutants, metals and group parameters analysed for different matrices.

	Limits of quantification		
	Surface water	WWTP effluent	WWTP influent
Corrosion inhibitors			
Benzotriazole	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
4-methylbenzotriazole	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
5-methylbenzotriazole	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Chelating agents			
Nitrilotriacetic acid (NTA)	0,5 µg/L	2,5 µg/L	5 µg/L
Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	0,5 µg/L	2,5 µg/L	5 µg/L
Diethylenetriaminepentaacetic acid (DPTA)	1 µg/L	5 µg/L	10 µg/L

Pharmaceuticals and metabolites

Bezafibrat	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Carbamazepine	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Clofibric acid	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Diazepam	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Diclofenac	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Etofibrate	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Fenofibrate	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Fenofibric acid	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Fenoprofen	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Gemfibrozil	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Ibuprofen	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Indomethacin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Ketoprofen	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Naproxen	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Paracetamol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Pentoxifyllin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Salicylic acid	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Venlafaxin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Atenolol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Betaxolol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Bisoprolol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Clenbuterol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Cyclophosphamide	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Dimethylaminophenazone	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Ifosfamide	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Metoprolol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Phenacetin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Phenazone	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Pindolol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Propranolol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Propyphenazone	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Salbutamol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Simvastatin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Sotalol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Terbutalin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Guanyl urea	0,05 µg/L	0,25 µg/L	0,5 µg/L
Metformin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Caffein	0,025 µg/L	0,125 µg/L	0,25 µg/L
N-acetyl-4-aminoantipyrine	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
N-formyl-4-aminoantipyrine	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
10,11-dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepine	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Primidone	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L

Antibiotics

Azithromycin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Clarithromycin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Dehydrato-erythromycin A	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Erythromycin A	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Oleandomycin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Roxithromycin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Spiramycin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Tylosin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Sulfadiazine	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Sulfadimidine	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Sulfamerazine	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Sulfamethoxazole	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Amoxicillin	0,02 µg/L	0,1 µg/L	0,2 µg/L
Cloxacillin	0,02 µg/L	0,1 µg/L	0,2 µg/L
Dicloxacillin	0,02 µg/L	0,1 µg/L	0,2 µg/L
Virginiamycin	0,02 µg/L	0,1 µg/L	0,2 µg/L
Nafcillin	0,02 µg/L	0,1 µg/L	0,2 µg/L
Oxacillin	0,02 µg/L	0,1 µg/L	0,2 µg/L
Penicillin G	0,02 µg/L	0,1 µg/L	0,2 µg/L
Penicillin V	0,02 µg/L	0,1 µg/L	0,2 µg/L
Chloramphenicol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Clindamycin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Dapson	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Furazolidone	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Metronidazole	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Ronidazole	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Trimethoprim	0,005 µg/L	0,025 µg/L	0,05 µg/L
Chlortetracycline	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Doxycycline	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Meclocycline	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Oxytetracycline	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Tetracycline	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Ciprofloxacin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Enoxacin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Enrofloxacin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Norfloxacin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Ofloxacin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L

Iodinated contrast media

Diatrizoic acid	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Iodipamide	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Iohexol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Iomeprol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Iopamidol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Iopromide	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Iotalamic acid	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L

Ioxaglic acid	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Ioxitalamic acid	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L

Estrogens and alkylphenols

Estrone	0,0002 µg/L	0,001 µg/L	0,002 µg/L
17β-estradiol	0,0002 µg/L	0,001 µg/L	0,002 µg/L
Mestranol	0,0002 µg/L	0,001 µg/L	0,002 µg/L
Norethisterone	0,0002 µg/L	0,001 µg/L	0,002 µg/L
17α-ethinyl estradiol	0,0002 µg/L	0,001 µg/L	0,002 µg/L
Estriol	0,0002 µg/L	0,001 µg/L	0,002 µg/L
4-tert.-octylphenol	0,002 µg/L	0,01 µg/L	0,02 µg/L
4-iso-nonylphenol	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
iso-nonylphenolmonoethoxylate	0,004 µg/L	0,02 µg/L	0,04 µg/L
iso-nonylphenoldiethoxylat	0,004 µg/L	0,02 µg/L	0,04 µg/L
Bisphenol A	0,001 µg/L	0,005 µg/L	0,01 µg/L

Trialkyl phosphates

Triethyl phosphate	0,025 µg/L	0,125 µg/L	0,25 µg/L
Tri-n-butyl phosphate	0,025 µg/L	0,125 µg/L	0,25 µg/L
Trikresyl phosphat (o-, m- u. p-isomer)	0,025 µg/L	0,125 µg/L	0,25 µg/L
Triphenyl phosphate	0,025 µg/L	0,125 µg/L	0,25 µg/L
Tris-(2-ethylhexyl) phosphate	0,05 µg/L	0,25 µg/L	0,5 µg/L
Tris-(2-chloroethyl) phosphate	0,025 µg/L	0,125 µg/L	0,25 µg/L
Tris-(2-chloropropyl) phosphate	0,025 µg/L	0,125 µg/L	0,25 µg/L
2-Ethylhexyldiphenyl phosphate	0,1 µg/L	0,5 µg/L	1 µg/L

Amines

Diethylamine	0,05 µg/L	0,25 µg/L	0,5 µg/L
Ethanolamine	0,15 µg/L	0,75 µg/L	1,5 µg/L
Ethylamine	0,1 µg/L	0,5 µg/L	1 µg/L
Morpholine	0,05 µg/L	0,25 µg/L	0,5 µg/L
Methylamine	0,1 µg/L	0,5 µg/L	1 µg/L

Phthalates

Di-(2-ethylhexyl) phthalate	0,2 µg/L	1 µg/L	2 µg/L
Di-n-butyl phthalate	0,2 µg/L	1 µg/L	2 µg/L

Perfluorinated compounds

Perfluorbutanoic acid (PFBA)	0,001 µg/L	0,005 µg/L	0,01 µg/L
Perfluorooctanoic acid (PFOA)	0,001 µg/L	0,005 µg/L	0,01 µg/L
Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS)	0,001 µg/L	0,005 µg/L	0,01 µg/L

Artificial sweeteners

Acesulfame	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Cyclamate	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Saccharin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Sucralose	0,05 µg/L	0,25 µg/L	0,5 µg/L

Polybrominated diphenylethers (BDE)

BDE-28	0,00005 µg/L	0,00025 µg/L	0,0005 µg/L
BDE-47	0,00005 µg/L	0,00025 µg/L	0,0005 µg/L
BDE-66	0,00005 µg/L	0,00025 µg/L	0,0005 µg/L
BDE-100	0,00005 µg/L	0,00025 µg/L	0,0005 µg/L
BDE-99	0,00005 µg/L	0,00025 µg/L	0,0005 µg/L
BDE-85	0,00005 µg/L	0,00025 µg/L	0,0005 µg/L
BDE-154	0,00005 µg/L	0,00025 µg/L	0,0005 µg/L
BDE-153	0,00005 µg/L	0,00025 µg/L	0,0005 µg/L
BDE-138	0,00005 µg/L	0,00025 µg/L	0,0005 µg/L
BDE-185	0,00005 µg/L	0,00025 µg/L	0,0005 µg/L
BDE-209	0,00025 µg/L	0,00125 µg/L	0,0025 µg/L

Pesticides and metabolites

Atrazine	0,02 µg/L	0,1 µg/L	0,2 µg/L
Diuron (3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea)	0,05 µg/L	0,25 µg/L	0,5 µg/L
Isoproturon	0,05 µg/L	0,25 µg/L	0,5 µg/L
Propiconazole	0,1 µg/L	0,5 µg/L	1 µg/L
Simazine	0,02 µg/L	0,1 µg/L	0,2 µg/L
Terbutryn	0,05 µg/L	0,25 µg/L	0,5 µg/L
2,4-DP (dichlorprop)	0,05 µg/L	0,25 µg/L	0,5 µg/L
MCPA (2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid)	0,05 µg/L	0,25 µg/L	0,5 µg/L
MCPP (mecoprop)	0,05 µg/L	0,25 µg/L	0,5 µg/L
N,N-dimethylsulfamide	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Carbendazim	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Aldrin	0,005 µg/L	0,025 µg/L	0,05 µg/L
Alpha-endosulfan	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Heptachlor epoxide (cis)	0,005 µg/L	0,025 µg/L	0,05 µg/L
Heptachlor epoxide (trans)	0,005 µg/L	0,025 µg/L	0,05 µg/L
Hexachlorocyclohexane (gamma-HCH)	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Hexachlorobenzene (HCB)	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Heptachlor	0,005 µg/L	0,025 µg/L	0,05 µg/L
Isodrin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
o,p-DDT (o,p-dichlorodiphenyltrichloroethane)	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
p,p-DDD (p,p-dichlorodiphenyldichloroethane)	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
p,p-DDE (p,p-Dichlorodiphenyldichloroethylene)	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
p,p-DDT (p,p-dichlorodiphenyltrichloroethane)	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Pentachlorobenzene	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L
Dieldrin	0,005 µg/L	0,025 µg/L	0,05 µg/L
Endrin	0,01 µg/L	0,05 µg/L	0,1 µg/L

Polychlorinated biphenyls (PCB)

PCB 28	0,001 µg/L	0,005 µg/L	0,01 µg/L
PCB 52	0,001 µg/L	0,005 µg/L	0,01 µg/L
PCB 101	0,001 µg/L	0,005 µg/L	0,01 µg/L
PCB 118	0,001 µg/L	0,005 µg/L	0,01 µg/L

PCB 138	0,001	µg/L	0,005	µg/L	0,01	µg/L
PCB 153	0,001	µg/L	0,005	µg/L	0,01	µg/L
PCB 180	0,001	µg/L	0,005	µg/L	0,01	µg/L

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)

Naphthalene	5	µg/L	25	µg/L	50	µg/L
Acenaphthylene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Acenaphthene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Fluorene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Phenanthrene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Anthracene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Fluoranthene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Pyrene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Benz(a)anthracene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Chrysene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Benzo(b)fluoranthene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Benzo(k)fluoranthene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Benzo(a)pyrene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Indeno(123cd)pyrene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Dibenz(ah)anthracene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L
Benzo(ghi)perylene	0,5	µg/L	2,5	µg/L	5	µg/L

Metals

Arsenic	1	µg/L	1	µg/L	1	µg/L
Cadmium	0,1	µg/L	0,1	µg/L	0,1	µg/L
Copper	10	µg/L	10	µg/L	10	µg/L
Nickel	1	µg/L	1	µg/L	1	µg/L
Mercury	0,05	µg/L	0,05	µg/L	0,05	µg/L
Zinc	20	µg/L	20	µg/L	20	µg/L

Group parameters

Chemical oxygen demand	5	mg/L	5	mg/L	5	mg/L
SSC at 254 nm	0,1	1/m	0,1	1/m	0,1	1/m
SAC at 254 nm	0,1	1/m	0,1	1/m	0,1	1/m
TOC	0,02	mg/L	0,02	mg/L	0,02	mg/L
DOC	0,02	mg/L	0,02	mg/L	0,02	mg/L
Turbidity	0,01	FNU	0,01	FNU	0,01	FNU